

УДК 634.1:581.13:631.8

## **ЛИСТОВАЯ ДИАГНОСТИКА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ УДОБРЕНИЯ ЯБЛОНИ**

Сергеева Наталья Николаевна  
канд. с.-х. наук  
ст. научн. сотр.  
лаборатории агрохимии  
и мелиорации

*Федеральное государственное бюджетное  
научное учреждение "Северо-Кавказский  
зональный научно-исследовательский  
институт садоводства и виноградарства",  
Краснодар, Россия*

Илюшечкин Александр Витальевич  
главный агроном

Барабаш Ирина Владимировна  
агроном-плодовод

*СПК "АФ Новобатаяская"  
Ростовская область, Россия*

Стандартизированные разработки по химическому анализу растений регулярно совершенствуются и унифицируются. Это характеризует данный метод исследования как актуальный для контроля за состоянием многолетних плодовых растений. В этой связи данный стандартизированный метод диагностирования режима и качества питания яблони использован нами для выявления возможного нарушения баланса питания среднерослой плодоносящей яблони и разработки дифференцированной системы удобрения для повышения функциональной стабильности плодового агроценоза. Объектом изучения в наших исследованиях являются плодоносящие насаждения яблони на подвоях ММ 106 и СК 4 в специализированном плодовом комплексе «АФ Новобатаяская» Ростовской области. В процессе исследований проведен анализ пищевого режима почвы яблоневого сада. Установлено низкое содержание подвижного фосфора и повышенное содержание обменного калия в листьях растений

UDC 634.1:581.13:631.8

## **LEAF DIAGNOSTICS IN THE TECHNOLOGICAL SYSTEM OF APPLE FERTILIZER**

Sergeeva Natalya  
Cand. Agr. Sci.  
Senior Research Associate  
of Laboratory of Agric Chemistry  
and Melioration

*Federal State Budget Scientific  
Organization "North Caucasian  
Regional Research Institute of  
Horticulture and Viticulture",  
Krasnodar, Russia*

Ilyushechkin Alexander  
Chief Agronomist

Barabash Irina  
Agronomist of Fruit growing

*SEC"AF Novobatayskaya"  
Rostov Region, Russia*

Standardized method of diagnosing of the mode and quality of food of an apple-tree is used by us for identification of possible violation of balance of food of the middle-growing fructifying apple-tree and the development of the differentiated system of fertilizer for increase in functional stability of a fruit agric cenoses. Object of studying in our research is the fructifying plantings of an apple-tree on rootstocks of MM 106 and SK 4 in the specialized fruit complex "AF New Bataysk" of the Rostov Region. In the course of research the analysis of the soil food mode of an apple-tree garden is carried out. The low content of mobile phosphorus and the raised content of exchange potassium in the leaves of an apple-tree plants are established. Correlation coefficients in the "soil plant" system and

яблони. Выявлены коэффициенты корреляции в системе «почва-растение» и нарушения баланса в соотношении основных минеральных элементов в растениях. Разработана система удобрения яблони на основе жидкого полифосфата аммония марки 11-37, имеющего преимущество на карбонатных почвах благодаря лучшему усваиванию фосфора растениями в сочетании с аммонием.

*Ключевые слова:* ЯБЛОНЯ, ПОЧВЕННО-ЛИСТОВАЯ ДИАГНОСТИКА, УДОБРЕНИЯ, МИНЕРАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

violations of balance in the ratio of the basic mineral elements in the plants are revealed. The system of fertilizer of an apple-tree on the basis of liquid polyphosphate of the ammonium 11-37. having the advantage on the carbonate soils due to the best assimilation of phosphorus by plants in combination with ammonium is developed.

*Key words:* APPLE, SOIL LEAF DIAGNOSTICS, FERTILIZERS, MINERAL ELEMENTS

**Введение.** Особое значение для дифференциации доз применяемых удобрений имеет диагностика потребности растений в элементах питания и качество питания сельскохозяйственных культур. Метод листового анализа является частью системы удобрения, основан на определении валового содержания в листьях элементов питания и установлении коррелятивной связи между химическим составом листьев и условиями питания растений. Особое значение метод листового анализа приобретает для монокультуры. Учитывая результаты многочисленных исследований, изложенных в специальных научных публикациях, подтверждающих прямую коррелятивную зависимость между доступным растению количеством отдельных элементов в почве и процентным содержанием их в листьях, метод листовой диагностики является основным способом выявления условий и режима питания сельскохозяйственных культур при монокультуре, в том числе монокультуре сада [1-18].

Опираясь на данное положение, нами проведено исследование условий питания плодоносящей яблони в промышленном массиве садов с целью выявления нарушения баланса в соотношении элементов в растениях (качества питания) и разработки дифференцированной системы удобрения. Актуальность оптимизации питания растений в конкретных почвенно-климатических условиях обусловлена проблемной ситуацией, вызванной

противоречием между ростом затрат за счёт постоянного наращивания техногенного потенциала для повышения функциональной стабильности плодового агроценоза и недостаточным уровнем реализации потенциала биологической продуктивности системы.

**Объекты и методы исследований.** Объект исследований – плодоносящая яблоня на подвоях ММ 106 и СК 2 сортов Голден Делишес (рис. 1), Айдаред, Гала и Ренет Симиренко. Насаждения расположены в СПК «АФ Новобатайская» Кагальницкого района Ростовской области. Почвы под садами – чернозёмы обыкновенные. Методы отбора и анализа почвенных и растительных образцов общепринятые [19-27].

Методы определения уровней оптимизации питания яблони и расчёта доз удобрений разработаны в СКЗНИИСиВ [28].



А



Б

Рис. 1. Объект исследований – деревья яблони сорта Голден Делишес на подвоях ММ 106 (А) и СК 2 (Б)

По данным анализа почвенных условий хозяйства (2002 г.), объёмная масса почвы под садами находится в допустимых пределах и не превышает  $1,40 \text{ г/см}^3$ , увеличиваясь по глубине до  $1,50 \text{ г/см}^3$ . В то же время данные значения показателя обуславливают недостаточную аэрацию почвы, особенно в зимне-весенний период, когда влага и воздух являются антагонистами. В этот период в зоне развития основной массы корней деревьев на-

блюдается значительное снижение объёма воздуха. В этой связи в садах осенью проведено чизелевание в два следа с использованием рабочих органов режущего типа на расстоянии 1,2 м от штамбов деревьев и на глубину ~ 40 см. Кроме улучшения аэрации почвы в междурядьях сада при проведении агроприёма произошло подрезание корней, и в местах срезов образовалось значительное количество новых активных корней, что, по данным литературных источников, способствует некоторому снижению ростовой активности деревьев яблони и увеличению урожайности [29].

**Обсуждение результатов.** На первом этапе работ был проведен анализ обеспеченности почвы сада органическим веществом (гумусом), доступными формами элементов питания и реакции рН (табл. 1).

Таблица 1 – Агрохимические показатели почвы сада под плодоносящими насаждениями яблони

Сорт	Слой почвы, см	Гумус, %	рН <sub>вод.</sub>	Содержание подвижных форм элементов питания, мг/кг		
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Нитрификационная способность
Голден делишес	0-20	2,95-3,48	8,19-8,32	16-63	280-430	8,5-11,6
	20-40		8,30-8,42	4-18	215-301	
Ренет Симиренко	0-20	3,28-3,48	8,19-8,29	21-63	323-430	10,7-11,6
	20-40		8,28-8,42	6-18	237-301	
Айдаред	0-20	3,02-3,48	8,19-8,29	16-63	280-430	8,5-11,6
	20-40		8,30-8,41	4-18	215-301	
Гала	0-20	3,18-3,68	8,16-8,33	18-37	258-732	9,6-12,3
	20-40		8,33-8,37	3-17	237-387	

Результаты агрохимического исследования почвы сада позволили установить среднещелочную реакцию рН (8,2-8,4), преимущественно низкое содержание подвижного фосфора и повышенное обменного калия в пахотном и подпахотном слоях, низкую нитрификационную способность (8,5-11,6 мг/кг) и обеспеченность органикой, не превышающую 3,68 %.

На этом фоне провели исследование питательного режима сортов яблони (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание основных элементов питания в листьях яблони, %

Сорт	Азот	Фосфор	Калий	Кальций	Магний
Голден Делишес	2,01-2,75	0,14-0,17	1,54-2,20	1,87-2,59	0,11-0,30
Ренет Симиренко	2,12-2,33	0,16-0,17	1,54-1,76	1,62-2,16	0,18-0,27
Айдаред	2,12-2,38	0,15-0,16	1,54-1,76	1,62-2,08	0,16-0,27
Гала	2,12-2,38	0,16-0,17	1,65-1,87	1,62-1,99	0,08-0,20

В результате химических анализов листьев яблони было определено содержание валового калия выше оптимального уровня, в соответствии с повышенным содержанием элемента в почве сада. Коэффициент корреляции прямой линейной зависимости составил  $r=0,7045$  (для пахотного горизонта почвы) и  $r=0,6623$  (для слоя почвы 20-40 см). На фоне выявленного содержания валовых азота и фосфора было определено неудовлетворительное качество питания яблони группы сортов, выразившееся в нарушении соотношения N:P, N:K и N:P:K (табл. 3).

Таблица 3 – Качество питания плодоносящей яблони

Сорт	азот / фосфор ( <i>опт.</i> ~ 10)	азот / калий ( <i>опт.</i> ~ 1,4)	N : P : K=100 ( <i>опт.</i> ~ 58:6:36)
Голден Делишес	13,5-16,4	1,32-1,54	54-58 / 4 / 38-42
Ренет Симиренко	13,5-14,5	1,32-1,51	55-58 / 4 / 38-41
Айдаред	14,5-15,6	1,23-1,51	53-58 / 4 / 38-43
Гала	12,6-15,3	1,13-1,44	51-57/4/39-45

Судя по данным, приведенным в табл. 2, в листьях наблюдается снижение доли валового фосфора в соотношении N:P:K, связанное, в первую очередь, с низким содержанием элемента в почве. Коэффициент корреляции зависимости «почва-лист» составил (для пахотного слоя почвы)  $r=0,6821$  и (для слоя почвы 20-40 см)  $r=0,6447$ .

Анализ соотношения (K+Mg) : Ca также выявил нарушение оптимального баланса элементов в растениях яблони, преимущественно сортов Голден Делишес и Гала (табл. 4).

Таблица 4 – Соотношение основных минеральных элементов  
в листьях яблони

Сорт	(K+Mg) : Ca (опт. 1-2)
Голден Делишес	0,6-0,9
Гала	0,8-1,2

При детальном анализе результатов исследований качества питания яблони необходимо отметить, что у сорта Голден Делишес в данных почвенно-климатических условиях соотношение в листьях N:P:K у деревьев, привитых на подвое СК 2, было ближе к оптимальному значению.

Таким образом, проведенный химический анализ почвы и растений плодоносящего сада позволил сделать вывод о состоянии насаждений и питательном режиме яблони. Было определено, что обеспеченность подвижным фосфором в границах основного массива плодоносящего сада на низком уровне, что объясняется, в первую очередь, особенностями чернозёма обыкновенного: большая часть фосфора входит в труднорастворимые минеральные соединения (содержание карбонатов препятствует накоплению легкоподвижных соединений фосфора) и органические вещества. В то же время наблюдается повышенное содержание обменного калия, что обеспечивает особенности питательного режима растений яблони.

Данные почвенно-лиственной диагностики стали основой разработанной системы удобрения сада с преимущественным использованием для основного внесения жидких комплексных NP-удобрений (ЖКУ) марки 11-37 (рис. 2). ЖКУ 11-37 были рекомендованы, учитывая результаты многочисленных опытов, свидетельствующие о положительном влиянии жидких сложных удобрений на количество микроорганизмов и нитрифицирующих бактерий почвы и более интенсивную минерализацию почвенного азота по сравнению с простыми удобрениями (однокомпонентными). Кроме того, основной жидкий полифосфат аммония рекомендуется использовать как источник фосфора для плодовых деревьев при основном внесении в почву,

так как известно, что полученные в результате реакции суперфосфорной кислоты с аммиаком – это прочные, нейтральные жидкости с рН раствора в пределах 6-7. Они наиболее эффективны на сельскохозяйственных культурах большого вегетационного периода [30].



Рис. 2. Технологический процесс глубокого локального внесения жидких комплексных удобрений марки 11-37 в почву междурядья плодоносящего сада, осень 2014 г.

В почве полифосфаты достаточно быстро вступают во взаимодействие с кальцием и магнием, но при этом образуются комплексные соединения, содержащие аммоний (в основном пирофосфаты), которые являются удовлетворительным источником фосфора для растений. Кроме того, использование ЖКУ на карбонатных почвах имеет преимущество с позиции улучшения питания плодовых деревьев микроэлементами, так как полифосфаты медленнее, чем ортофосфаты образуют с микроэлементами не-

растворимые соединения. Оптимизация питания плодовых деревьев фосфором при использовании ЖКУ может быть достигнута также благодаря лучшему усваиванию фосфора растениями в сочетании с аммонием. Как известно, азотные удобрения оказывают существенное влияние на поступление и общее содержание фосфора в растениях (коэффициент использования фосфорных удобрений повышается, активизируется использование растениями фосфора почвы).

**Выводы.** На основании проведенных исследований были получены исходные экспериментальные данные для разработки дифференцированной системы удобрения яблони, способствующей оптимизации питания растений и повышению функциональной стабильности плодового агроценоза в целом для реализации потенциала биологической продуктивности системы.

Для основного глубокого локального внесения в почву плодоносящего сада были использованы жидкие NP-удобрения марки 11-37 и определены дозы их внесения – 60 и 90 кг д.в. в соответствии с обеспеченностью растений основными элементами питания.

### Литература

1. Кенуорти, А. Истолкование состава листьев плодовых деревьев / А. Кенуорти / Анализ растений и проблема удобрения.– М., 1964. – С. 53-69.
2. Фидлер, В. Листовой анализ в плодоводстве / В. Фидлер. – М.: Колос, 1970. – 96 с.
3. Бергман, В. Анализ почв и применение удобрений / В. Бергман, А. Потер, В. Виттер.– М.: Колос, 1969. – 103 с.
4. Thomas W. Foliar Diagnosis: principles and practice // Plant Physiol., 1937. – № 3. – P. 571-599.
5. Thomas W. Present status of diagnosis of mineral requirements of plants by means of leaf analysis // Soil Sei., 1945. – № 5. – P. 475-479.
6. Магницкий, К.П. Диагностика потребности растений в удобрениях / К.П. Магницкий.– М.: Моск. рабочий, 1972. – 271 с.
7. Церлинг, В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур / В.В. Церлинг. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
8. Perovic N. The influence of increasing doses of NPK fertilizers on the content of mineral substances in the vine leaf and on the grape yield / N. Perovic // In.: VIe colloque In-

ternational pour l'optimisation de la nutrition des plantes (Montpellier, 2-8 sept. 1984). Montpellier, 1984 – P. 22-28.

9. Болдырев, Н.К. Анализ листьев как метод определения потребности растений в удобрениях (листовая диагностика): учеб. пособие / Н.К. Болдырев. – Омск: ОмСХИ, 1970. – 125 с.

10. Болдырев, Н.К. Комплексный метод листовой диагностики условий питания, величины и качества урожая сельскохозяйственных культур : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – М., 1972. – 48 с.

11. Ермохин, Ю.И. Взаимосвязи в питании растений: монография / Ю.И. Ермохин, А.В. Синдерёва. – Омск: Вариант-Омск, 2011. – 208 с.

12. Ермохин, Ю.И. Почвенно-растительная диагностика потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях: монография / Ю.И. Ермохин. – Омск, 1991. – 189 с.

13. Dow A. Proposal critical nutrient ranges for crop diagnosis / A. Dow, S. Roberts // *Agronomy Journal*. 1982. – Vol. 74, № 2. – P. 401-403.

14. Southern H. J. Acceptance of plant analysis test by growers and advisers / H. J. Southern // *Proceedings of National Workshop on Plant Analysis*. Goolwa, 1981. – P. 33-38.

15. Сергеева, Н.Н. Методологические аспекты диагностики режима питания плодовых культур / Н.Н. Сергеева, Н.Н., Л.Л. Бунцевич // *Вестник РАСХН*. – 2010. – №2. – С.43,44.

16. Сергеева, Н.Н. Комплексная диагностика минерального питания яблони / Н.Н. Сергеева // *Садоводство и виноградарство*. – 2009. – №3. – С. 2-5.

17. Сергеева, Н.Н. Система удобрения яблони в интенсивных насаждениях / Н.Н. Сергеева // *Садоводство и виноградарство*. – 2006. – №1. – С. 8-9.

18. Методические указания по диагностике минерального питания яблони и других садовых культур (сост. Церлинг В.В., МСХ СССР). – М.: «Колос», 1980. – 47 с.

19. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб.

20. ГОСТ 26423-85 – Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.

21. ГОСТ 26213-91 – Методы определения органического вещества.

22. ГОСТ 26205-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.

23. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова. – М.: Изд-во "Наука", 1975. – 656 с.

24. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье (Методы определения кальция). – М., 1985. – С. 1-11.

25. Гинзбург, К.Е. Ускоренный метод сжигания почв и растений / К.Е. Гинзбург, Г.М. Щеглова, Е.В. Вульфус // *Почвоведение*, 1963 – №5. – С. 89-96.

26. Петербургский, А.В. Практикум по агрономической химии: Учеб. пособие / А.В. Петербургский. – М.: Колос, 1968. – 496 с.

27. Крищенко, В.П. Методы оценки качества растительной продукции: Учеб. пособие / В.П. Крищенко. – М.: Колос, 1983. – 192 с.

28. Чундокова, А.А. Уровни оптимизации минерального питания яблони (рекомендации) / А.А. Чундокова, Н.Г. Пестова. – Краснодар, СКЗНИИСИВ, 1993. – 3 с.

29. Mitre V. Effect of roots pruning upon the growth and fruiting of apple trees in high density orchards // V. Mitre, I. Mitre, A. F. Sestras, R.E. Sestras // *Bull. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med., Cluj-Napoca Hort.* – 2012. – Vol. 69, № 1. – P. 254-259.

30. Петербургский, А.В. Агрохимия комплексных удобрений / А.В. Петербургский. – М.: Наука, 1975. – 232 с.